

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-228038

(43)Date of publication of application : 03.09.1996

(51)Int.Cl. H01S 3/105
G02B 5/18
G02F 1/09
H01L 21/027
H01S 3/08
H01S 3/10
H01S 3/1055
H01S 3/134
H01S 3/225

(21)Application number : 07-286443

(71)Applicant : LAMBDA PHYSIK G ZUR
HERSTELLUNG VON LASERN
MBH

(22)Date of filing : 06.10.1995

(72)Inventor : BASTING DIRK DR
KLEINSCHMIDT JUERGEN DR

(30)Priority

Priority number : 94 4438283 Priority date : 26.10.1994 Priority country : DE

(54) DEVICE FOR GENERATING NARROW BAND LASER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a narrow band laser generating device in which a system by a conventional technique is improved by effectively using a linear narrow band optical system on both sides of a gain medium.

SOLUTION: A narrow band laser generating device is provided with an optical resonator having first and second reflecting means (total reflection mirrors 12 and 14) for reflecting the radiation, a laser medium 10 for amplifying the radiation in the resonator, a selecting



means (Fabry-Perot etalon 22) provided between the first and second reflecting means for selecting prescribed wavelength components from the radiation, and a polarizing means (polarized beam splitter 20) which generates a plane of polarization by polarizing the radiation. Moreover, the rotating means (Faraday rotator 18) which rotates the plane of polarization for obtaining the radiation with high strength and extremely narrow band width is provided. Then, an output beam 24 is transmitted to the outside of the resonator by the polarized beam splitter 20.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-228038

(43) 公開日 平成8年(1996)9月3日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/105			H 0 1 S 3/105	
G 0 2 B 5/18			G 0 2 B 5/18	
G 0 2 F 1/09	5 0 1		G 0 2 F 1/09	5 0 1
H 0 1 L 21/027			H 0 1 S 3/10	Z
H 0 1 S 3/08			3/1055	
審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平7-286443

(74) 代理人 弁理士 奥山 尚男 (外3名)

(22) 出願日 平成7年(1995)10月6日

(31) 優先権主張番号 P 4 4 3 8 2 8 3. 9

(32) 優先日 1994年10月26日

(33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 狭域帯レーザー発生装置

(57) 【要約】

【課題】 直線狭域帯化光学系を利得媒体の両側に効果的に用いることによって、従来技術によるシステムを改良した狭域帯レーザー発生装置を提供する。

【解決手段】 狭域帯レーザー発生装置は、放射線を反射させるための第1および第2反射手段(全反射ミラー12、14)を備える光学式共鳴器と、共鳴器内で放射線を増幅するためのレーザー媒体10と、放射線から所定の波長成分を選択するために前記第1および第2反射手段間に設けられた選択手段(ファブリー・ペローのエタロン22)と、放射線を偏光して偏光面を生成する偏光手段(偏光ビームスプリッタ20)を備えている。さらに、高強度の非常に狭い帯域幅の放射線を得るために、偏光面を回転させる回転手段(ファラデー回転体18)が設けられている。そして、出力ビーム24は、偏光ビームスプリッタ20によって共鳴器の外部に伝達される。

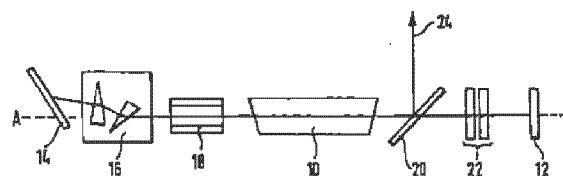


FIG.1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 A. 共鳴器内で放射線を反射する第1および第2反射手段(12、14)を備える共鳴器と、
B. 前記共鳴器内で放射線を増幅するためのレーザー媒体(10)と、
C. 前記放射線から所定の波長成分を選択するために前記共鳴器内に設けられる選択手段(22)と、
D. 前記放射線を偏光して偏光面を生成する偏光手段(20)と、
E. 前記放射線の前記偏光面を回転させる回転手段(18)と、
F. 前記放射線を出力する手段(20)であって、この出力手段に対する前記放射線の回転された前記偏光面の方向に応じて、前記放射線の一部を前記共鳴器の外部に出力する手段(20)と、
によって構成されることを特徴とする狭域帯レーザー発生装置。

【請求項2】 前記出力手段は入射面を有する偏光ビームスプリッタ(20)からなり、前記の放射線の一部は、前記偏光ビームスプリッタ(20)の前記入射面に対する前記放射線の回転された前記偏光面の方向に応じて前記共鳴器の外部に出力されることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項3】 前記共鳴器は、前記レーザー媒体(10)と前記第1反射手段(12)との間に前記の所定の波長成分を選択する第1選択手段(22)を設け、さらに前記レーザー媒体(10)と前記第2反射手段(14)との間に前記の所定の波長成分を選択する第2選択手段を設けることによって構成されることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項4】 前記第1選択手段はファブリー・ペローのエタロン(22)であり、前記第2選択手段は回折格子(14)であることを特徴とする請求項3に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項5】 前記回転手段はファラデー回転体(18)であることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項6】 前記共鳴器は、前記放射線の幅を拡大する拡大手段(16)を備えていることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項7】 前記共鳴器は、第1および第2拡大手段(16a、16b)を備え、前記レーザー媒体(10)は前記第1および第2拡大手段(16a、16b)の間に配置されることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項8】 前記ファラデー回転体(18)は溶融シリカであることを特徴とする請求項5に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項9】 前記拡大手段(16)はプリズムであることを特徴とする請求項6に記載の狭域帯レーザー発生

装置。

【請求項10】 前記拡大手段はプリズムであることを特徴とする請求項7に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項11】 前記ファラデー回転体(18)は、前記ファラデー回転体(18)を一度通過した放射線の前記偏光面が、前記偏光ビームスプリッタ(20)の前記入射面が前記回折格子(14)における放射線の入射面に対して回転する角度と等しい角度 α だけ回転するような、光学的な有効長さを備えかつ磁場を付与されることを特徴とする請求項2、3、および5の何れか1項に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項12】 前記放射線の前記偏光面は、前記の放射線の一部が最適な百分率で前記共鳴器から出力されるような角度だけ、前記偏光ビームスプリッタ(20)の前記入射面に対して回転されることを特徴とする請求項2に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項13】 前記の放射線の一部は、前記偏光ビームスプリッタ(20)において反射されることによって出力されることを特徴とする請求項2に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項14】 前記の放射線の一部は、前記偏光ビームスプリッタ(20)を透過することによって出力されることを特徴とする請求項2に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項15】 前記共鳴器は、2つのスプリット型ダイアフラム(40、42)と、2つの偏光ビームスプリッタ(20、26)と、光学式拡大手段(30、32、34、36)からなることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項16】 前記の2つのスプリット型ダイアフラム(40、42)は、前記共鳴器の軸を前記レーザー媒体の縦軸に対して傾斜させることを特徴とする請求項15に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【請求項17】 前記レーザーはエキシマレーザーであることを特徴とする請求項1に記載の狭域帯レーザー発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、狭域帯レーザー発生装置に関し、さらに詳しくは、狭域帯エキシマレーザー発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】レーザーの用途によっては、特にエキシマレーザーをフォトリソグラフィの光源として用いる場合には、約0.001nm以下の非常に狭い帯域幅が要求される。

【0003】科学文献において、狭域帯レーザー放射線、特にエキシマレーザー放射線を発生する多くの装置が提案されている(「SPIE(写真-光学計測技術者協会)、1463巻:光学式/レーザーマイクロリソグ

ラフィ IV (1991)、604 ページ」を参照)。

【0004】レーザー共振器内で放射線の帯域幅を狭くするために、共振器内において放射線から所定の波長成分を選択する種々の手段が従来から知られている。これらの手段としては、例えば、光学的ビーム拡大手段と通常は組み合わせられる回折格子や、プリズム、およびファブリー・ペローのエタロンなどがある。

【0005】放射線から所定の波長成分を選択することによって放射線の帯域幅を狭くするこれらの手段は、単独でまたは組み合わせで用いられる。

【0006】直線偏光の放射線を狭域帯化させる種々の光学系の内から、どの光学系を用いるべきかを決定するには、各光学素子の特質を考慮する必要がある。それらの特質としては、放射線の帯域幅を狭くする能力と共に長期間にわたって高エネルギーの放射線に耐える能力も含まれている。例えば、以下に述べる評価基準が従来から知られている。すなわち、回折格子やプリズムと比較して、エタロンは狭域帯化に対して非常に効率的であるが、高エネルギーの放射線を受けた場合に損傷しやすい。一方、回折格子やプリズムは、直線狭域帯化素子としてエタロンよりも効率は低いが、高エネルギーの放射線に対して強靱である(すなわち、高エネルギーの放射線を長期間にわたって受けても安定している)。

【0007】最近、直線狭域帯化素子として共振器内にエタロンを配置したレーザーシステムが、米国特許第 5,150,370 号(古屋)に開示されている。放射線に対するエタロンの露光、すなわち、エタロンに対する放射線の負荷は、光学式共鳴器から放射線を出力させるために特殊な技術を用いているので、比較的長く保つことができる。この技術は、 $1/4$ 波長板(等価位相遅延要素)を、共鳴器内の放射線の P 偏光成分と S 偏光成分の比率を変化させる手段として用いている。 $1/4$ 波長板を光軸のまわりに回転させることによって、P 偏光成分と S 偏光成分とを有する光ビームを、それらの偏光成分の比率が特定の値になるように、制御することができる。出力結合手段として用いられる偏光ビームスプリッタは、P 偏光成分と S 偏光成分の比率に依存する割合で、放射線をレーザー共鳴器の外部に放出する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の米国特許第 5,150,370 号に記載されるレーザーシステムは、波長成分を選択する構成要素(例えば、エタロン、プリズム、回折格子など)がレーザー媒体の片側、すなわち、偏光ビームスプリッタと全反射ミラーの間に位置されるときにのみ効率的に作動される、という点において限定されている。特に、エタロンは、放射線の強度の大きいレーザー媒体の他の側に配置することができない。なお、この領域に波長成分を選択する他の構成要素(回折格子やプリズムなど)を用いるのは好ましくない。何故なら、共鳴器のこの領域のレーザー光は $1/4$

波長板によって楕円形に偏光されているからである。さらに詳細に述べると、回折格子またはプリズムは、楕円形に偏光されたレーザー光の偏光状態を変化させてしまう傾向があり、システムの効率を劣化させる。

【0009】従って、本発明の目的は、直線狭域帯化光学系を利得媒体(レーザー媒体)の両側に効果的に用いることによって、従来技術によるシステムを改良した狭域帯レーザー発生装置を提供することにある。

【0010】本発明は、高強度の非常に狭い帯域幅の放射線を得ることが可能な、狭域帯レーザー、特に狭域帯エキシマレーザーを発生させる装置を提供するために、なされたものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の狭域帯レーザー発生装置は、共鳴器内で放射線を反射させるための第 1 および第 2 反射手段を備える光学式共鳴器と、共鳴器内で放射線を増幅するためのレーザー媒体と、放射線から所定の波長成分を選択するために共鳴器内に設けられた選択手段と、放射線を偏光して偏光面を生成する偏光手段と、放射線の前記偏光面を回転させる回転手段と、共鳴器の外部に放射線を出力する手段であって、前記出力手段に対する放射線の前記の回転された偏光面の方向に応じて放射線の一部を出力する手段と、によって構成されることを特徴とする。

【0012】放射線の偏光面を回転させる上記の回転手段は、米国特許第 5,150,370 号において用いられた $1/4$ 波長板または他の位相遅延要素とは区別される。上述したように、従来のレーザー装置に用いられている $1/4$ 波長板は、その板と端部ミラー間の領域で楕円形に偏光されたレーザー光を生成する。一方、本発明によれば、回転手段はレーザー光の偏光面を単に回転させるだけであり、ビームの直線偏光は維持されている。従って、高エネルギーの放射線に対して強靱でかつ偏光の機能を有する直線狭域帯化要素(回折格子など)を共鳴器のこの領域において効率的に用いることができる。

【0013】放射線の偏光面を回転させる手段は従来から知られている。それらの手段は、ファラデー回転体と呼ばれている。ファラデー回転体は、光学的に等方性の材料からなる。この材料に磁場が付与される。材料の光学的に有効な長さ(光線が透過する長さ)と磁場の強さに依存して、ファラデー回転体は、直線偏光の光ビームの偏光面を特定の角度だけ回転させる。磁場の強さを変化させることによって、その角度は制御される。

【0014】水晶、特に熔融シリカが、電磁波スペクトルの紫外線領域、特にフォトリソグラフィに用いられるエキシマレーザーから放射される波長範囲(193 nm ないし 353 nm)において、光ビームの偏光面を回転させるファラデー回転体を構成する光学的に等方性の材料として非常に好ましいことが知られている。

【0015】本発明の好適な実施例によれば、出力手段

は入射面を有する偏光ビームスプリッタからなり、前記の放射線の一部は、その偏光ビームスプリッタの入射面に対する放射線の回転された偏光面の方向に応じて外部に出力される。

【0016】本発明の他の好適な実施例によれば、共鳴器は、レーザー媒体と第1反射手段との間に所定の波長成分を選択する第1選択手段を設け、レーザー媒体と第2反射手段との間に前記の波長成分に対する選択をさらに改良するための第2選択手段を設けることによって構成される。好ましくは、エタロンはレーザー媒体の片側において共鳴器の光路に配置され、ビーム拡大器を伴う回折格子はレーザー媒体の他の側において共鳴器の光路に配置される。回折格子は、選択手段としての機能に加えて、ミラーとしても機能する。

【0017】本発明のさらに他の好適な実施例によれば、共鳴器は少なくとも2つのビーム拡大手段（例えば、プリズム）を備え、レーザー媒体は、拡大された光ビームがレーザー媒体を透過するような位置に配置される。このような構成は、レーザー媒体の増幅機能が効果的に発揮される、という利点がある。これは、特にエキシマレーザーのようにガス放電レーザーの場合に重要である。

【0018】本発明によるレーザー装置は、さらに以下の利点を有している。すなわち、放射線の偏光面を回転する手段は、外部に出力される放射線の百分率が各レーザー装置の最適値になるように、放射線の偏光面の回転角を（例えば、磁場の強さを調整することによって）制御することができる。例えば、偏光ビームスプリッタが出力手段として用いられる場合、偏光ビームスプリッタにおける反射によって外部に放出される放射線の百分率は、偏光ビームスプリッタの所謂入射面の方向に対する偏光ビームスプリッタに入射される光ビームの偏光面の方向に依存する。同じことが、偏光ビームスプリッタを透過することによって外部に放出される放射線の百分率にも適用される。従って、本発明によれば、外部に出力される放射線の百分率は、非常に簡単にかつ正確に最適化される。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を、添付の図面を参照して、さらに詳細に説明する。なお、実施例のレーザー装置は、エキシマレーザーを対象としている。

【0020】各図面において、同一のまたは同等の機能を有するレーザー装置の部品および構成要素は同一の参照番号で示すこととする。

【0021】図1ないし図5において、エキシマレーザーの従来技術ではよく知られているように、レーザー媒体10は、電極（図示せず）間のガス放電によってレーザー管内に生成される。光学式共鳴器は、全反射ミラー12、14を備えている。図1に示される実施例において、全反射ミラー14は、光学式回折格子の形態を有し

ている。共鳴器内で循環する放射線の光路において、光学式ビーム拡大器16は回折格子14の前方に配置される。このようなビーム拡大器16は従来からよく知られている。それらは、通常、プリズムからなる。共鳴器内で循環するビームの光軸は符号「A」で示されている。

【0022】ファラデー回転体18は、回折格子14及びビーム拡大器16のある側と、レーザー媒体10との間に配設されている。レーザー媒体10と全反射ミラー12の間には、偏光ビームスプリッタ20とファブリ・ペローのエタロン（干渉計）22が、図1に示される順で配置されている。

【0023】レーザー媒体10（ガス放電によるプラズマ）において、紫外線が発生する。全反射ミラー12の方向に放出される放射線は、偏光ビームスプリッタ20を透過する。図示の実施例において、ビームスプリッタ20は、薄膜状の偏光子（偏波器）である。種々の偏光ビームスプリッタが従来からよく知られている。例えば、多層立体的偏光要素、ブルースター角を有する透明板、ウォラストンのプリズムなどが上記の偏光ビームスプリッタ20として用いられる。好ましくは、偏光ビームスプリットミラーを用いるとよい。

【0024】図1に示される実施例のビームスプリッタ20は、放射線のP偏光成分に対して0.98の透過率を有する。すなわち、P偏光された放射線の98%がビームスプリッタ20を透過する。図1の実施例において、P偏光された光の偏光面は図1の描かれている紙面である。P偏光された放射線は、本実施例において、図1の紙面に対して垂直な偏光面を有している。ビームスプリッタ20は、S偏光された放射線の98%（または、それより僅かに大きい）を反射する。すなわち、S偏光された光の2%以下がビームスプリッタ20を透過する。換言すると、S偏光された放射線に対して、ビームスプリッタ20は約0.98の反射率と約0.02の透過率を有している。

【0025】従って、偏光ビームスプリッタ20を透過する放射線は、実質的にP偏光されたものである。この放射線はエタロン22を透過して、ミラー12で反射され、再びエタロン22を透過する。その結果、この放射線は非常に効率的に狭帯域化される。この狭帯域化された放射線は、ビームスプリッタ20を（図1の右側から左側に）透過し、このとき、放射線はビームスプリッタ20はそれほど大きくは減衰されない。そして、この放射線はレーザー媒体10で増幅される。このように増幅された放射線は、ファラデー回転体18を（図1の右側から左側に）透過する。ファラデー回転体18は、光学的に活性でかつ光学的に等方性の材料である水晶からなる。

【0026】好適な実施例において、熔融シリカ（「Suprasil」の商品名で市販されている）からなるファラデー回転体18が用いられている。「Supra

「s i l」は、紫外線の偏光面を回転させるファラデー回転体18に好適な材料であることが知られている。ファラデー回転体18は、材料を貫通する磁場を発生させる手段を備えている。磁場は、永久磁石またはソレノイドによって発生する。ファラデー回転体18は、透過する放射線の偏光面を角度 α だけ回転させる。この角度 α は、付与される磁場の強度と前記材料の光学的な有効長さに依存する。従って、所定の長さのロッド状材料に対して、放射線の偏光面の回転角 α は、付与される磁場の強度を変化させることによって制御される。

【0027】ビームスプリッタ16と協働する回折格子14は、もう1つの波長成分選択要素を構成する。回折格子14が最大反射率を得るためには、回折格子14とビームスプリッタ16の組は、その入射面が放射線の偏光面と平行になるように、軸Aに対して回転させる必要がある。図1に示される実施例において、放射線の偏光面は紙面に対して角度 α だけ回転される（ファラデー回転体の記述を参照のこと）。

【0028】回折格子14によって反射された放射線は再びファラデー回転体18を（図1の左側から右側に）透過し、再び角度 α だけ回転される。従って、ファラデー回転体を2度透過した後、レーザー媒体10で増幅されてビームスプリッタ20に入射する放射線の偏光面は、（図1の紙面に対して平行な）元の偏光面に対して 2α の角度だけ回転されている。

【0029】偏光ビームスプリッタ20の反射率Rと透過率Tは角度 α によって決定される。すなわち、反射率Rは、 $R = \sin^2(2\alpha)$ の式で与えられ、透過率Tは $T = \cos^2(2\alpha)$ の式で与えられる。図1に示される実施例において、反射率Rは、ビームスプリッタ20に入射する放射線の百分率、すなわち、放出レーザー放射線24として外部に出力される放射線の量を決定する。エキシマレーザーの場合、出力される放射線の最適な百分率は、サイクル毎の増幅と共振器の内部損失に依存して、代表的には、85%から95%の範囲内にある。これは、ビームスプリッタ20の反射率がそのビームスプリッタに入射する偏光された放射線に対して0.85から0.95の範囲内にあるように、上記の角度 α が選択されることを意味する。これは、また、対応する角度 α が 34° から 39° の範囲内にあることを意味する。

【0030】偏光ビームスプリッタ20は0.05から0.15の範囲の透過率しか有していないので、ファブリー・ペローのエタロン22を透過する放射線の強度は比較的低い。具体的には、ビームスプリッタ20（図1）の右側における放射線の強度は、ビームスプリッタ20の左側における放射線の強度の6分の1ないし2分の1である。従って、エタロン22に対する放射線の負荷はかなり減少している。

【0031】放射線の偏光面の回転に関する上記の説明

から、図1に示される実施例の偏光ビームスプリッタ20は、その入射面がビーム拡大器16と協働する回折格子14の入射面と平行にならないように、配置されている。詳細に述べると、ビームスプリッタ20は、その入射面が回折格子14とビーム拡大器16の入射面に対して $-\alpha$ の角度だけ変位するように、共振器内において光路の軸Aに沿って配置されている（ファラデー回転体18は、放射線が透過するたびに $+\alpha$ の角度だけその放射線の偏光面を回転させる）。

【0032】図1に示される実施例において、偏光ビームスプリッタ20は、そのビームスプリッタ20での反射によって放射線24を外部に放出する。

【0033】図2は、本発明の他の実施例を示している。この実施例は、出力される光ビーム24が偏光ビームスプリッタ20を透過するという点を除けば、図1に示される実施例と同一の構成を有している。偏光ビームスプリッタ20において反射された放射線はファブリー・ペローのエタロン22を透過し、全反射ミラー12によって反射される。そして、再びファブリー・ペローのエタロン22を透過した後、偏光ビームスプリッタ20で反射され、レーザー媒体を透過する。図2に示される実施例におけるファラデー回転体18、ビームスプリッタ16および回折格子14は、図1の実施例に示される各対応要素とまったく同一である。従って、図2ではそれらの要素は図示されず、参照番号のみが示されている。ファラデー回転体18は、付与される磁場を調整することによって、偏光ビームスプリッタ20（図2）の透過率が0.85から0.95、その反射率Rが0.05から0.15の範囲内の値になるように、放射線の偏光面を回転角 α だけ回転させる。

【0034】図3は、狭域帯レーザー発生装置の第3実施例である。この実施例は、図1に示される実施例の構成に加えて、2つの偏光ビームスプリッタ26、38と、 $1/2$ 波形板（半波長板）28と、プリズム30、36からなるもう1つのビーム拡大器と、ミラー32、34とを備えている。さらに、2つのスリット型ダイアフラム40、42が共振器内に配置されている。

【0035】図3に示されるレーザー装置の機能は以下の通りである。回折格子14とビーム拡大器16による放射線の帯域幅をさらに減少させるために、スリット型ダイアフラム40、42が共振器内に配置される。また、スリット型ダイアフラム40、42は、ビーム発散を減少させる。しかし、スリット型ダイアフラムは、ビームの径も減少させる。レーザー媒体10を透過するビームの径が比較的小さい場合、レーザー媒体（ガス放電のプラズマ）は放射線を十分に増幅させることができない。従って、図3のレーザー装置は、付加的な2つの偏光ビームスプリッタ38、26と、プリズム30、36からなるビーム拡大器と、ミラー32、34を備えている。付加的な偏光ビームスプリッタ26、38は、それ

らの入射面が偏光ビームスプリッタ20の入射面と平行になるように、光路に配置されている。1/2波長板28は、プリズム36、30と1/2波長板28を(図3の左側から右側に)透過した後の放射線がS偏光されるような機能を有するように選択される。S偏光された放射線は、偏光ビームスプリッタ26によって十分に反射される。この反射された放射線は、図3に示されるように、比較的大きなビーム径でレーザー媒体10を透過する。

【0036】図4は、狭域幅の放射線を放出するエキシマレーザー装置の第4実施例を示している。従来から、透過するレーザーの軸がエキシマレーザーの電極の縦軸と正確には平行にならないように、ビームをレーザー媒体(ガス放電のプラズマ)に透過させる技術が知られている。この技術は、好ましくは、横方向に励起されるレーザーに適応される。

【0037】図4は、上記の技術が適応されたレーザー装置を示している。すなわち、このレーザー装置において、ビームはエキシマレーザーの電極の縦軸に対して傾斜している。図4において、ファラデー回転体18と、ビーム拡大器16および回折格子14は図示省略されており、参照番号のみが示されている。これらの要素は、それぞれ、図1に示される実施例の対応する要素と同一の機能を有している。

【0038】共鳴器内でのビームの軸の方向は、スプリット型ダイアフラム42、46によって決定される。このビームの軸はエキシマレーザーの放電管の電極の長手方向に対して約1°だけ傾斜している。偏光ビームスプリッタ20において反射された放射線はビーム拡大器44(これは、例えば、図3のビーム拡大器30、32、34、36に相当)を透過する。ビーム拡大器44によって拡大されたビームはミラー50で反射され、偏光ビームスプリッタ20に入射する。その後、ビームは再びレーザー媒体10を透過し、このとき、ビームの方向は電極の長手方向に対して約2°だけ傾斜している。スリット型ダイアフラム46は、出力ビーム24を発生させる手段を兼ねている。スリット型ダイアフラム46の表面は、全反射ミラーである。

【0039】図5は、狭域幅レーザー発生装置の第5実施例を示している。

【0040】図5の実施例は、それぞれが複数のプリズムからなる2つのビーム拡大器16a、16bを備えている。レーザー媒体10は、ビーム拡大器16a、16b間に介在している。従って、レーザー媒体を透過するビームは比較的大きな断面積を有し、レーザー媒体10は放射線を効率的に増幅することができる。図5に示される他の光学的要素は図1に示される実施例の対応する

要素と同一の機能を有している。ファラデー回転体18は、レーザー媒体10と偏光ビームスプリッタ20の間に介在している。あるいは、ファラデー回転体18は、レーザー媒体10と、回折格子14と協働するビーム拡大器16aの間に配置されてもよい。この場合のファラデー回転体の配置は矢印18'によって示されている。

【0041】この実施例において、プリズム16bの光軸を、反射損失を最小にするために、ビームの偏光面と一列に整列させるのが望ましい。そのための1つの方法として、ファラデー回転体18によるビームの偏光面の回転と一致させるように、プリズムを角度 α だけ回転させるとよい。プリズムを回転させるのは厄介なので、他の方法として、偏光ビームスプリッタ20とプリズム16bとの間で共鳴器内に1/2波長板(図示せず)を挿入させてもよい。この1/2波長板は、プリズムに入射する前にスプリッタ20を通過する直線偏光された光の偏光面を回転させる機能を有している。1/2波長板の方位角は、ファラデー回転体18によって生じるビームの偏光面の回転角がその1/2波長板によって生じるビームの偏光面の回転によって補償されるように、調整される。この構成によって、プリズムの反射損失は、プリズムを回転させずに最小化される。

【0042】

【発明の効果】本発明は以上に示したように構成されるので、高強度の非常に狭い帯域幅のレーザー放射線を得ることが可能な、狭域帯レーザー、特に狭域帯エキシマレーザーを発生させる装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】狭域帯レーザー放射線を発生させるレーザー装置の第1実施例の概略図である。

【図2】狭域帯レーザー放射線を発生させるレーザー装置の第2実施例の概略図である。

【図3】狭域帯レーザー放射線を発生させるレーザー装置の第3実施例の概略図である。

【図4】狭域帯レーザー放射線を発生させるレーザー装置の第4実施例の概略図である。

【図5】狭域帯レーザー放射線を発生させるレーザー装置の第5実施例の概略図である。

【符号の説明】

- 10 レーザー媒体
- 12 全反射ミラー
- 14 全反射ミラー(回折格子)
- 16 ビーム拡大器
- 18 ファラデー回転体
- 20 偏光ビームスプリッタ
- 22 ファブリー・ペローのエタロン
- 24 放出レーザー放射線

【図1】

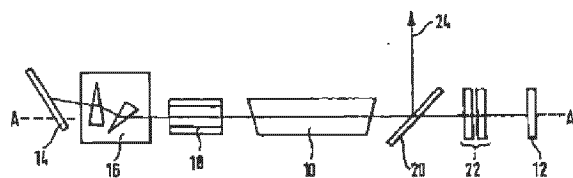


FIG.1

【図2】

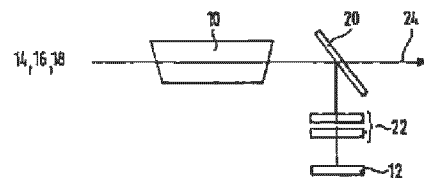


FIG.2

【図3】

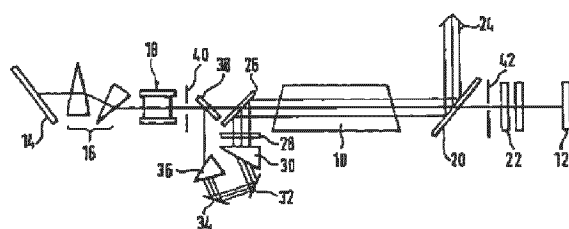


FIG.3

【図4】

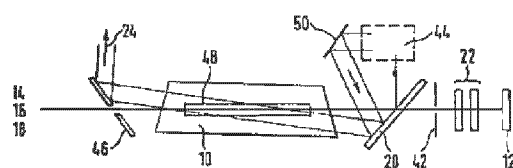


FIG.4

【図5】

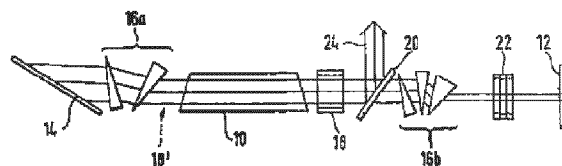


FIG.5

フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/10
3/1055
3/134
3/225

識別記号

序内整理番号

F I

H 0 1 S 3/134
H 0 1 L 21/30
H 0 1 S 3/08
3/223

技術表示箇所

5 1 5 B
Z
E

(71)出願人 591283936

ラムダ・フィジーク・ゲゼルシャフト・ツ
ァ・ヘルシュテルンク・フォン・ラーゼ
ン・ミット・ベシュレンクテル・ハフツ
ン

LAMBDA PHYSIK GESEL
LSCHAFT ZUR HERSTEL
LUNG VON LASERN MIT
BESCHRANKTER HAFTU
NG

ドイツ連邦共和国、37079 ゲッティンゲ
ン、ハンスーベックラー-シュトラッセ

12

(72)発明者 デイルク・バステインク

ドイツ連邦共和国、37079 ゲッティンゲ
ン、アム・ヴィンターベルク 15

(72)発明者 ユルゲン・クラインシュミット

ドイツ連邦共和国、06667 ヴァイセンフ
ェルス、ローザ-ルクセンブルク-シュト
ラーセ 18